

*Dr. A. C. C. Herst, Drs. A. G. Z. Kemna\**

## De optietheorie, een toepassing

### 1. Inleiding

Voor velen vormt een optie een nogal ondoorzichtig (beleggings-)instrument. Mogelijk kan dit worden verklaard uit het karakter van de modellen die de laatste jaren zijn ontwikkeld ter bepaling van de waarde van een optie. Deze modellen kenmerken zich veelal door ondoorgrondelijke afleidingen en formules. Het kopen en verkopen van opties is echter geen verschijnsel van de laatste tijd. Reeds lang geleden werd gebruik gemaakt van opties. Gastineau geeft hiervan een interessant voorbeeld. Aan een publikatie van Aristoteles ontleent hij de uit de Griekse oudheid stammende geschiedenis van Thales van Mylete, die in de sterren heeft gelezen dat de olijvenoogst volgend jaar zeer overvloedig zal zijn. In verband hiermede weet hij, omdat anderen niet over deze voorkennis beschikken, tegen lage prijzen opties op alle olijvenpersen uit de omgeving te verkrijgen. Wanneer de oogst dan inderdaad overvloedig blijkt te zijn, verhuurt hij de ineens bijzonder populaire personen tegen hoge tarieven en is op slag een rijk man (Gastineau (1979) p. 16). In dit artikel willen wij noch ingaan op de met veel formules gelardeerde waardebepaling van opties, noch op hun historische achtergronden. De bedoeling van dit artikel is de lezer inzicht te verschaffen in een actuele toepassingsmogelijkheid van de optietheorie, namelijk het refunding-vraagstuk.

Onder 'refunding' verstaan wij de vervroegde oplossing van een lening gefinancierd door het uitgeven van een nieuwe lening. Deze mogelijkheid tot vervroegde aflossing behoort gewoonlijk tot de voorwaarden van een lening. Een reden voor refunding is een daling van het interestpercentage waardoor de onderneming, die de lening indertijd heeft uitgegeven, een nieuwe lening tegen een lager percentage kan afsluiten. In wezen komt de refunding-operatie neer op het nemen van een vervangingsbeslissing: het vervangen van een uitstaande lening door een nieuw uit te geven lening. Het probleem dat de betrokken onderneming moet zien op te lossen is of deze vervangingsinvestering al dan niet voldoende winstgevend is. In de traditionele literatuur pleegt het refunding-probleem te worden opgelost met behulp van de netto-contante-waardemethode (Weston en Brigham

\* Prof. Dr. M. A. van Hoepen RA danken wij voor zijn kritische opmerkingen bij een voorgaande versie van dit artikel. Uiteraard berust de verantwoording voor de inhoud van het artikel geheel bij ons.

(1981) pp. 835-844, Herst (1984) pp. 121-130). Een benaderingswijze van geheel andere aard wordt gevormd door toepassing van de optietheorie. Immers, het recht tot vervroegde aflossing van de oorspronkelijke lening is vergelijkbaar met het recht tot het voortijdig uitoefenen van een optie (Van Horne (1983) pp. 556-557, Kemna en Van Vliet (1984) pp. 158-159).

Teneinde het refunding-vraagstuk duidelijk te schetsen starten wij bij de meer bekende netto-contante-waardemethode (par. 2). In par. 3 gaan wij vervolgens in op de nog niet algemeen toegepaste optiebenadering. Een analyse van de overeenkomsten en verschillen van de beide methodieken komt in par. 4 aan de orde, waarbij wij tevens kort aandacht besteden aan de problematiek rond het optimale moment van refunding. Onze conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek zijn verwoord in par. 5.

## **2. Netto contante waarde**

Uit praktijkonderzoek is gebleken dat er een voorkeur bestaat voor de interne-rentevoet (i.r.v.)methode boven netto-contante-waarde (n.c.w.)-berekeningen (zie onder andere Petty en Scott (1981) p. 13 en 19). Uit theoretisch oogpunt dient berekening van de n.c.w. echter te worden geprefereerd. Uitgaande van maximalisatie van de marktwaarde van de onderneming als centrale doelstelling kan de mate waarin een investering hieraan bijdraagt rechtstreeks worden afgemeten aan haar n.c.w. Anders dan de i.r.v. luidt de n.c.w. namelijk in dezelfde termen als de ondernemingsdoelstelling: absolute bedragen.

Het baseren van de refunding-beslissing op de n.c.w.-benadering laat zich toelichten aan de hand van het volgende voorbeeld, waarin wordt afgezien van belastingen en transactiekosten. Als uitgangspunt kiezen wij een onderneming met een huidige marktwaarde  $V$ , die is gefinancierd met een combinatie van eigen en vreemd vermogen, een obligatielening. Deze lening, met een hoofdsom ter grootte van  $B$ , heeft een interestpercentage van  $r$  en is vervroegd aflosbaar. Het aflossingsschema is  $K_t$ , bestaande uit  $B$  vermeerderd met een tijdsafhankelijke boete voor vervroegde aflossing. De resterende looptijd, na afloop waarvan de lening in één bedrag wordt afgelost, is  $n$  jaar. Opgemerkt zij dat  $K_n = B$ . Op dit moment kan de onderneming lenen tegen  $r'$ , waarbij geldt  $r > r'$ . De vraag die de ondernemingsleiding zich stelt is of op dit tijdstip moet worden overgegaan tot refunding of niet.

Voor disconteringsdoeleinden zullen wij gebruik maken van  $r'$ , het huidige interestpercentage. Dit percentage weerspiegelt de risicovrije voet  $r_f$  plus een opslag voor wanbetalingsrisico. Andersoortige risico's, zoals het inflatie- en het valutarisico laten wij buiten beschouwing. Dit geldt eveneens voor het specifieke risico dat verschaffers van eigen vermogen lopen: het risico dat hun vergoeding in beginsel afhankelijk is gesteld van het ondernemingsresultaat.

De bedragen die worden gedisconteerd zijn de jaarlijkse verschillen tussen de interestbetalingen op de oude lening en die op de nieuwe lening:  $rB - r'B = (r - r')B$ . De contante waarde van deze  $n$  jaarlijkse verschillen

berekend tegen  $r'$  bedraagt:

$$\sum_{t=1}^n (r - r')B (1 + r')^{-t}$$

Vergelijking van dit contant gemaakte voordeel van de daling van het interestpercentage met de boete bij vervroegde aflossing van  $K_1 - B$  leidt tot een n.c.w. van:

$$\sum_{t=1}^n (r - r')B (1 + r')^{-t} - (K_1 - B)$$

Refunding op dit moment is voldoende winstgevend als  $\text{n.c.w.} \geq 0$ . Dit houdt overigens niet in dat nu ook daadwerkelijk tot omzetting van de oude in de nieuwe lening moet worden overgegaan. Bij een voortgezette daling van de interestpercentages zou refunding op een toekomstig tijdstip namelijk nog winstgevender kunnen zijn (in par. 4 komen wij op deze kwestie terug).

### 3. Optietheorie

Diverse oorzaken kunnen leiden tot verandering van het interestpercentage waartegen een onderneming kan lenen. Tot die oorzaken behoren een wijziging van de marktinterestvoet en een kwaliteitsverandering van de onderneming waardoor haar obligatiehouders een hoger dan wel lager wanbetalingsrisico (denken te) lopen. Ook voor de optiebenadering, die in deze paragraaf aan de orde komt, gaan wij er van uit dat alleen dit risico van belang is<sup>1</sup>.

De onderneming uit de vorige paragraaf bleek te zijn gefinancierd met een combinatie van eigen en vreemd vermogen. De marktwaarde van het eigen vermogen is  $E$  en die van het vreemd vermogen, de lening, bedraagt  $D$ . Derhalve geldt  $V = E + D$ . Voorlopig nemen we aan dat gedurende de looptijd van deze lening dividenduitkeringen noch interestbetalingen worden gedaan. De vergoeding voor de overdracht van het eigen vermogen moeten de aandeelhouders zien te realiseren via koerswinsten. De obligatiehouders hebben aan het einde van de looptijd van de lening recht op terugbetaling van de hoofdsom  $B$  en op de gecumuleerde interest  $I$ . Indien op deze datum  $V$  groter dan of gelijk is aan  $B + I$  ontvangen de obligatiehouders dit totale bedrag en komt een eventueel restant toe aan de aandeelhouders. Is  $V$  evenwel kleiner dan  $B + I$  dan volgt een faillissement, hetgeen in feite betekent dat de onderneming overgaat in handen van de obligatiehouders. Het oorspronkelijke eigen vermogen is nu niets meer waard. Aan het einde van de looptijd van de lening is de marktwaarde van het eigen vermogen gelijk aan het maximum van nul en  $V - (B + I)$ . Hierdoor is dit vermogen te vergelijken met een *Europese* calloptie op de

waarde van de onderneming. Een dergelijke optie geeft de bezitter ervan het recht tot koop van een aantal aandelen tegen een vooraf overeengekomen uitoefenprijs. Van dit recht kan uitsluitend gebruik worden gemaakt aan het einde van de looptijd van het optiecontract. De uitoefenprijs van deze optie is gelijk aan  $B + I$ .<sup>2</sup> Daar  $V$  bekend is en  $E$  kan worden gewaardeerd als een Europese calloptie, kunnen wij de marktwaarde van de lening afleiden met behulp van de reeds bekende vergelijking  $V = E + D$ . Zoals de waarde van een ter beurse verhandelde optie afhangt van de onzekerheid omtrent de koersontwikkeling van het bijbehorende fonds, zo hangen de marktwaarden van het eigen en vreemd vermogen af van de onzekere ontwikkeling van  $V$ . Blijkens het voorafgaande is  $V$  een gewichtige variabele bij de kwantificering van het wanbetalingsrisico. Voor het waarderen van opties is het voldoende de variantie van de marktwaarde van  $V$  te schatten (zie Black en Scholes (1973), die in hun artikel een waarderingsformule voor Europese opties hebben afgeleid waarin deze grootte een belangrijke rol speelt).

Indien de onderneming daarentegen periodieke interestbetalingen  $rB$  verricht, verloopt het waarderen van het eigen vermogen parallel aan het bepalen van de waarde van een Europese calloptie op een aandeel waarop periodiek dividend ter grootte van  $rB$  wordt uitgekeerd. Als wij bovendien de mogelijkheid tot het vervroegd aflossen van de lening tegen  $K_t$  introduceren dan is het eigen vermogen te waarderen als een *Amerikaanse* calloptie met een uitoefenschema gelijk aan  $K_t$ . Een Amerikaanse calloptie geeft het recht tot koop gedurende de gehele looptijd van het contract. Concluderend kunnen wij stellen, dat de waarde van de mogelijkheid tot vervroegd aflossen precies het verschil is tussen de marktwaarde van een Amerikaanse call met een tijdsafhankelijk uitoefenschema  $K_t$  en de marktwaarde van een Europese call, beide geschreven op een aandeel met dividenduitkeringen  $rB$ .

Het recht tot vervroegde aflossing heeft waarde voor de aandeelhouder en is nadelig voor de obligatiehouder. Immers, de marktwaarde van een vervroegd aflosbare lening op enig moment zal nooit stijgen boven het bedrag dat volgens het aflossingsschema voor dat moment geldt. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de onderneming geneigd is tot vervroegd aflossen en afsluiten van een nieuwe lening zodra de marktwaarde van een dergelijke lening stijgt tot het bedoelde bedrag (Brennan en Schwartz (1980) p. 910). Geen belegger zal dus meer voor de lening willen betalen dan dit bedrag. Bovendien geldt dat een hoger aflossingsschema leidt tot een verminderde waarde van het recht tot vervroegd aflossen voor de aandeelhouders. Op enig tijdstip  $t$  heeft dit recht in het geheel geen waarde als de uitgaven samenhangend met de interestbetalingen kleiner zijn dan de opbrengsten die ontstaan door een daling van de boete voor vervroegd aflossen,  $K_t - K_{t+1}$ , vermeerderd met de risicovrije interestopbrengsten gekweekt door het gedurende de eerstvolgende periode uitstellen van vervroegde aflossing,  $r_t K_t$  (zie ook Mason (1980) p. 6). Immers, het risicovrij aanwenden van het bedrag dat met vervroegde aflossing zou zijn gemoeid levert  $r_t K_t$  op. In formulevorm komt dit neer op: niet vervroegd aflossen indien  $rB < K_t - K_{t+1} + r_t K_t$ . Indien het aflossingsschema precies gelijk is aan de waarde van

een risicovrije lening met dezelfde interestbetalingen als de riskante lening, heeft het recht tot vervroegde aflossing geen waarde voor de aandeelhouder.

#### **4. Netto contante waarde of optietheorie?**

Uit de afleiding van par. 2 volgde de n.c.w. van de refunding-operatie. Bij een n.c.w.  $\geq 0$  is refunding op dit moment voldoende winstgevend, maar dit is nog geen garantie dat het optimaal is juist nu over te gaan tot refunding. Hantering van de n.c.w. als beslissingscriterium komt overeen met het vergelijken van de marktwaarde van de oude lening  $D$  en het bedrag dat nu moet worden betaald volgens het aflossingsschema  $K_1$ . Per definitie is de n.c.w. namelijk het saldo van de contante waarde van ontvangsten en uitgaven, in dit geval  $D - K_1$ .

Bij de optiebenadering uit par. 3 is onderzocht wanneer het recht tot vervroegd aflossen geen waarde had. Dat is het geval als de marktwaarde van de oude lening, nu echter berekend met behulp van optiewaardering, niet boven het aflossingsschema uitkomt. Het criterium op grond waarvan niet tot refunding moet worden overgegaan is dus op hetzelfde principe gebaseerd als de n.c.w.-methode. Een verschilpunt is de verwerking van het wanbetalingsrisico. Bij de n.c.w. wordt dit risico verwerkt tot een risico-opslag in de disconteringsvoet. Bij de optiebenadering daarentegen wordt contant gemaakt tegen de risicovrije voet en belichaamt de variantie van de marktwaarde van de onderneming het wanbetalingsrisico, dat zich uit in de marktwaarde van de lening.

Op de vraag of op een bepaald moment vóór het einde van de looptijd van de lening refunding al dan niet winstgevend is geven beide benaderingen een antwoord dat gebaseerd is op hetzelfde principe. Daarmee is echter nog geen uitspraak gedaan over de vraag wanneer het optimaal is over te gaan tot refunding. De beide methoden verschillen daarin van aanpak. Wij zullen hier kort op ingaan; een wiskundige uitwerking valt buiten het bestek van dit artikel.

Toepassing van de n.c.w.-methode ter oplossing van deze kwestie verloopt parallel aan de hantering van deze methode in het kader van de 'abandonment decision', de beslissing omtrent de eventuele beëindiging van de exploitatie van een duurzaam produktiemiddel. Onder andere indien het optimale 'abandonment'-tijdstip wordt berekend moeten de n.c.w.'s van alle relevante exploitatieduren onderling worden vergeleken. Op de exploitatieduur waarbij de n.c.w. maximaal is volgt dan automatisch het optimale 'abandonment'-tijdstip. Zo ook bij de oplossing van het refunding-vraagstuk: het optimale tijdstip voor refunding wordt gevonden door, uitgaande van alle relevante perioden, de n.c.w. van refunding te becijferen. Een procedure, waarbij in de tijd wordt teruggerekend startend bij de oorspronkelijke aflossingsdatum van de lening, kan hierbij goede diensten bewijzen. Het rekenwerk blijft echter omvangrijk (zie bijvoorbeeld Elton en Gruber (1975) pp. 2-48). Aan het einde van de periode waarbij de n.c.w. maximaal is vindt men dan het optimale refunding-tijdstip. Het spreekt voor zich dat deze werkwijze een uitspraak vereist omtrent het verwachte verloop van de

toekomstige interestvoeten gedurende de (resterende) looptijd van de oorspronkelijke lening. Een dergelijke uitspraak was niet nodig voor de calculaties die wij in par. 2 uitvoerden. De aldaar becijferde n.c.w. vergde slechts de veronderstelling dat de interestvoet zich op het nieuwe niveau  $r'$  zou handhaven. Een negatieve n.c.w. houdt in dat refunding moet worden afgeraden. Wederom dringt zich een parallel met het 'abandonment'-probleem op; 'abandonment' dient namelijk te worden afgeraden indien er tenminste één exploitatieduur wordt gevonden waarvoor geldt dat de hierbij behorende indirecte opbrengstwaarde groter is dan de huidige directe opbrengstwaarde.

Uit optie-oogpunt is de optimale strategie voor vervroegd aflossen (en daarmee refunding) er een die de marktwaarde van de lening op elk moment in de tijd minimaliseert, waardoor de marktwaarde van het eigen vermogen wordt gemaximaliseerd. Minimalisatie van de marktwaarde van de lening wordt bereikt door vervroegd af te lossen zodra die marktwaarde gelijk is aan het aflossingsschema. De marktwaarde van de lening is weer afhankelijk van de marktwaarde van de onderneming. Hoe hoger  $V$  hoe lager het wanbetalingsrisico en dus hoe groter de waarde van  $D$ . Er bestaat op elk moment in de tijd een kritieke waarde van  $V$  waarboven de lening vervroegd moet worden afgelost. De kritieke waarde van  $V$  wordt namelijk gedefinieerd als die waarde van  $V$  waarvoor geldt dat  $D = K_r$ . De optimale strategie voor het vervroegd aflossen is afhankelijk van de waarde van  $D$ , maar die is weer afhankelijk van het aflossingsschema. De simultaneïteit van het berekenen van  $D$  en de kritieke waarde van  $V$  op elk moment in de tijd leidt ertoe dat de lening een voorwaardelijke aanspraak is die niet eenvoudig met de door Black en Scholes ontwikkelde optieformule gewaardeerd kan worden. Benaderingen van deze formule leveren weliswaar meer rekenwerk op, maar staan niet in verhouding met de hoeveelheid rekenwerk die moet worden verricht bij de n.c.w.-methode. Het resultaat van de benaderingsprocedure is dat de marktwaarde van de lening op dit moment is berekend inclusief de waarde van het vervroegde aflossen. Een vergelijking van deze waarde met de waarde van een niet-vervroegd aflosbare lening levert de waarde van het recht tot vervroegde aflossing op. Daarnaast zijn de kritieke waarden van  $V$  op elk moment in de tijd bekend. Dat betekent dat als de marktwaarde van de onderneming zich op enig moment in de tijd boven de kritieke waarde bevindt het optimaal is op dat moment af te lossen. Dat het dan niet nog winstgevender is om te wachten ligt aan het feit dat, doordat de procedure van achteren naar voren rekt, daarmee reeds rekening is gehouden.

Naast het verschil in rekenwerk blijft het verschil in risicoverwerking bestaan tussen de n.c.w.- en de optiebenadering. Bij de eerste wordt het wanbetalingsrisico verwerkt in de disconteringsvoet, waardoor inzicht is vereist in het toekomstige verloop van de interestvoeten. Bij de optiebenadering daarentegen wordt het risico gemeten door de variantie van  $V$  (waarvan kan worden verondersteld dat die constant in de tijd is).

## 5. Slotbeschouwingen

De optiegedachte kan op diverse terreinen toepassing vinden, bijvoorbeeld bij de waardebepaling van converteerbare leningen en leningen met warrants. Op andere terreinen zien wij een ontwikkeling van n.c.w.- naar optiebenadering. Voorbeelden hiervan zijn de waardering van de operationele lease, de refunding-beslissing en de al eerder aangestipte 'abandonment decision'. Om de gedachten te bepalen kozen wij hier voor toepassing van de optietheorie op de refunding-kwestie.

Na een korte omschrijving van het begrip refunding te hebben gegeven zijn wij in het vorengaande ingegaan op een tweetal benaderingen ter bepaling van de winstgevendheid van een refunding-beslissing. Als eerste aanzet tot oplossing van deze kwestie is de analyse gebaseerd op een wereld zonder belastingen en transactiekosten. Vanwege zijn, zeker in bedrijfseconomische kringen, algemene bekendheid behoeft de uiteenzetting over het wezen en de werking van de n.c.w.-methode niet al te uitgebreid te zijn. Dit was wel het geval bij de toepassing van de optietheorie, de tweede benaderingswijze in de refunding-problematiek. Een conclusie die hierbij werd getrokken is dat het recht tot vervroegd aflossen, dat pleegt te behoren bij de voorwaarden van een lening en dat de mogelijkheid opent tot refunding, kan worden gezien als het verschil in marktwaarde van een Amerikaanse en een Europese calloptie. Bij de op de afzonderlijke beschrijvingen volgende confrontatie van de beide benaderingen bleken er zowel overeenkomsten als verschillen te bestaan. Een overeenkomst vormt het uitgangspunt voor de beantwoording van de vraag of refunding al dan niet winstgevend is. Verschillen bestaan ten aanzien van de verwerking van het wanbetalingsrisico en de berekeningen nodig om te komen tot het optimale refunding-tijdstip.

Als aanbeveling voor voortgezet onderzoek op het terrein van refunding zouden wij willen pleiten voor het opnemen van belastingen en transactiekosten in de beschouwingen.

### Noten

1 Men zou kunnen beweren dat het recht tot vervroegd aflossen de meeste waarde ontleent aan de onzekerheid omtrent de marktinterestvoet. Brennan en Schwartz (1980) pag. 926 laten evenwel zien dat het opnemen van onzekere veranderingen van de marktinterestvoet, naast het wanbetalingsrisico, weinig verklaringskracht toevoegt.

2 Het wanbetalingsrisico dat de obligatiehouders lopen laat zich eveneens in optietermen vertolken. Indien  $V$  lager is dan  $B + I$  kunnen de aandeelhouders gebruik maken van hun recht de onderneming failliet te laten gaan. Hiermede kunnen zij zich ontslagen achten van hun verplichting tot betaling van de hoofdsom plus de gecumuleerde interest van de lening. Dit staat gelijk aan een Europese putoptie verkocht door de obligatiehouders aan de aandeelhouders.

## Literatuur

- Black, F. en M. Scholes, The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy* 81, 1973, pag. 637-659.
- Brennan, M. en E. Schwartz, Analyzing convertible bonds, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 15, 1980, pag. 907-932.
- Elton, E. en M. Gruber, *Finance as a dynamic process*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.
- Gastineau, G. L., *The stock options manual*, McGraw-Hill, New York, 1979.
- Herst, A. C. C., Refunding, onzekerheid en disconteringsvoet, in *Vermogen in onzekerheid*, opstellen aangeboden aan Prof. Dr. A. I. Diepenhorst, Kluwer, Deventer, 1984, pag. 121-130.
- Kemna, A. G. Z. en J. K. van Vliet, Onzekerheid en flexibiliteit: 'als' heeft nu ook een prijs, in *Vermogen in onzekerheid*, opstellen aangeboden aan Prof. Dr. A. I. Diepenhorst, Kluwer, Deventer, 1984, pag. 153-164.
- Mason, S. P., Call provisions and protection against redemption and refunding, *Workingpaper HBS* 80-26, 1980.
- Petty, J. W. en D. F. Scott, Capital budgeting practice in large U.S. firms: a retrospective analysis and update, in F. Derkinderen en R. Crum, *Readings in strategy for corporate investment*, Pitman, Boston, 1981, pag. 9-28.
- Van Horne, J. C., *Financial management and policy*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1983.
- Weston, J. F. en E. F. Brigham, *Managerial finance*, Dryden, Hinsdale (Illinois), 1981.